

Judul : Analisis Perbandingan Pondasi Tiang Pancang Dengan Pondasi Sumuran Pada Jembatan Pagotan Kecamatan Arjosari Kabupaten Pacitan Ditinjau Dari Segi Biaya, Kekuatan, Dan Metode Pelaksanaannya  
Nama : Nur Annisa Zahro  
NIM : D 100 080 065  
Fakultas : Teknik/Teknik Sipil

### ABSTRAKSI

Tugas akhir ini dimaksudkan untuk meneliti efisiensi antara penggunaan pondasi tiang pancang yang akan diganti dengan pondasi sumuran pada proyek Jembatan Pagotan, Kecamatan Arjosari, Kabupaten Pacitan. Penelitian ini akan membandingkan ke dua konstruksi dari segi biaya, metode pelaksanaan, alat yang digunakan, dan kesulitan yang dihadapi dalam pelaksanaan. Pondasi tiang pancang dan pondasi sumuran dipakai jika kedalaman tanah keras ditemukan pada lapisan tanah yang relatif dalam sampai dalam, atau jika kedalaman pondasi ( $D_f$ ) berada pada kriteria sebagai berikut:  $1B \leq D_f \leq 5B$ , sedangkan pondasi tiang pancang pada kriteria kedalaman ( $D_f$ )  $\geq 5B$ . Struktur jembatan ini menggunakan struktur bangunan atas PCI Girder dengan bentang terpanjang 50 m. Dari hasil penelitian ini didapat : biaya pondasi tiang pancang Rp 3.578.851.154,- biaya pondasi sumuran Rp 3.648.184.104,- dengan selisih biaya Rp 69.332.950,-.. Kedalaman pondasi sumuran -8,5 m dicor dengan mutu beton K350. Jumlah pondasi sumuran : *Abutment* : 8 buah D 2 m, *Pier* 1 : 12 buah D 2 m, *Pier* 2 : 15 buah D 2 m. Dimensi *poer* : *Abutment* : 18x8x0,6 m, tulangan atas : pokok = 180 D25-100, bagi = 45 D25-400, tulangan bawah : pokok = 54 D25-150, bagi = 20 D25-400 ; *Pier* 1 : 18x13x0,6 m, tulangan atas : pokok = 180 D25-100, bagi = 52 D25-400, tulangan bawah : pokok = 130 D25-100, bagi = 33 D25-400 ; *Pier* 2 : 23x13x0,6 m, tulangan atas : pokok = 230 D25-100, bagi = 58 D25-400, tulangan bawah : pokok = 130 D25-100, bagi = 33 D25-400. Alat –alat yang digunakan dalam ke dua pelaksanaan hampir sama yaitu : *Excavator*, *dump truck*, *roller*, *water pump*, *concrete mixer*, *concrete pump*, *vibrator*, dan *crane*.

**Kata kunci :** *Jembatan Pagotan Pacitan, pondasi tiang pancang, pondasi sumuran.*

## LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PERBANDINGAN PONDASI TIANG PANCANG DENGAN  
PONDASI SUMURAN PADA JEMBATAN PAGOTAN KECAMATAN  
ARJOSARI KABUPATEN PACITAN DITINJAU DARI SEGI BIAYA,  
KEKUATAN, DAN METODE PELAKSANAANNYA**

### Tugas Akhir

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran  
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji  
Pada tanggal 2 Agustus 2012

diajukan oleh :

**NUR ANNISA ZAHRO**  
**NIM : D 100 080 065**

Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama



Ir. H. M. Nursahid, M.M., M.T.  
NIP : 132290021

Pembimbing Pendamping



Anto Budi L., S.T., Msc.  
NIK : 913

Anggota



Qunik Wiqoyah, S.T., M.T.  
NIK : 690

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil  
Surakarta, Agustus 2012

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Agus Riyanto, M.T.  
NIK : 483

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. H. Suhendro Tri Nugroho, M.T.  
NIK : 732



## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Jembatan merupakan struktur yang melintasi sungai, teluk, atau kondisi-kondisi lain berupa rintangan yang berada lebih rendah, sehingga memungkinkan kendaraan, kereta api maupun pejalan kaki melintas dengan lancar dan aman. Jembatan pertama yang dibuat dengan titian kayu untuk menyeberangi sungai. Ada yang menggunakan dua utas tali atau rotan, yang diikat pada bebatuan di tepi sungai. Seterusnya, batu digunakan, tetapi hanya sebagai rangka. Jembatan gerbang berbentuk melengkung yang pertama dibuat semasa zaman Emperor Roma. (Wikipedia)

Jembatan sebagai prasarana transportasi mempunyai manfaat yang dominan bagi pergerakan lalu lintas. Jembatan adalah istilah umum untuk konstruksi yang dibangun sebagai jalur transportasi yang melintasi sungai, danau, rawa, jurang maupun rintangan lainnya. Pentingnya jembatan dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara yaitu dapat meningkatkan pertahanan dan keamanan suatu negara, ketika terjadi hal-hal yang tidak diinginkan dan dapat mengganggu stabilitas daerah maupun nasional.

Berdasarkan pada uraian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa jembatan mempunyai peranan yang sangat penting dalam aktifitas bermasyarakat, berbangsa dan bernegara di berbagai bidang, sehingga perlu adanya perhatian khusus dalam pembangunan dan perawatannya. Seperti pada pembangunan Jembatan Pagotan Kecamatan Arjosari Kabupaten Pacitan yang menghubungkan Desa Semo dan Desa Pagotan yang berfungsi sebagai penghubung antara kedua daerah tersebut.

Struktur jembatan terdiri dari struktur atas, struktur bawah, dan pondasi. Struktur atas terdiri dari : trotoir, slab lantai kendaraan, gelagar, balok diafragma, ikatan pengaku, dan tumpuan. Struktur bawah terdiri dari : *abutment*, pilar jembatan. Sedangkan struktur pondasi dapat dipilih sesuai dengan keadaan yang ditinjau dari tempat pelaksanaan proyek. Dapat digunakan pondasi telapak, pondasi sumuran, dan pondasi tiang pancang.

Tugas akhir ini akan membahas mengenai pondasi pada jembatan, yaitu penggunaan pondasi tiang pancang akan diganti dengan menggunakan pondasi sumuran. Dari pergantian tersebut diharapkan dapat mengetahui efisiensi dari kedua pondasi tersebut dari segi biaya, metode pelaksanaannya, dan alat – alat yang digunakan. Data tanah yang diperoleh adalah dengan data SPT (*Standar Penetrasi Test*) yaitu dengan dua data bor, dengan maksimal kedalaman data bor sedalam - 30,5 m.

Pada pembangunan jembatan Pagotan Kecamatan Arjosari Kabupaten Pacitan menghabiskan biaya sebesar Rp 11.910.399.444,21 (Sebelas milyar sembilan ratus sepuluh juta tiga ratus sembilan puluh Sembilan ribu empat ratus empat puluh empat koma dua puluh satu rupiah), dengan data teknis proyek jembatan Pagotan meliputi hal – hal berikut :

- 1) Panjang jembatan : 150 m
- 2) Lebar jembatan : 8 m
- 3) Kontruksi jembatan : Beton komposit
- 4) Abutment : Beton bertulang
- 5) Pilar : Beton bertulang
- 6) Jenis pondasi : Tiang pancang pipa beton bertulang
- 7) Jumlah tiang pancang pada satu abutment : 12 buah
- 8) Jumlah tiang pancang pada pilar :
  - (a). pinggir : 18 buah
  - (b). tengah : 21 buah
- 9) Panjang tiang pancang : 26 m
- 10) Bentuk tiang pancang : bulat
- 11) Diameter tiang pancang : 60 cm

Berdasarkan pada data yang diperoleh, maka diputuskan untuk meneliti lebih lanjut bagaimana perbandingan biaya dan metode pelaksanaan antara pondasi tiang pancang dengan pondasi sumuran pada jembatan Pagotan, Kecamatan Arjosari, Kabupaten Pacitan.

## **B. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari diadakanya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui metode pelaksanaan konstruksi pondasi tiang pancang dan pondasi sumuran.
2. Mengetahui perbandingan biaya yang diperlukan kontruksi pondasi tiang pancang dengan pondasi sumuran siklop.
3. Mengetahui peralatan yang digunakan dan tingkat kesulitan antara kontruksi pondasi tiang pancang dengan pondasi sumuran siklop.
4. Mengetahui perbandingan kekuatan pelaksanaan kontruksi pondasi tiang pancang dengan pondasi sumuran siklop.

## **LANDASAN TEORI**

### **A. Pondasi Tiang Pancang**

Tiang pancang adalah bagian – bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton, dan atau baja, yang digunakan untuk meneruskan (menstranmisikan) beban – beban permukaan ke tingkat – tingkat yang lebih rendah di dalam massa tanah (Bowles, 1991)

Penggunaan pondasi tiang pancang sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada di bawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang bekerja padanya (Sardjono, 1988). Atau apabila tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja berada pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah kedalaman  $> 8$  m (Bowles 1991).

### **B. Pondasi Sumuran**

Pengertian Pondasi Sumuran (*caisson*). Pondasi sumuran adalah suatu bentuk peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang, digunakan apabila

tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam. Pondasi ini dicor ditempat dengan menggunakan komponen beton dan batu belah sebagai pengisinya. Pondasi sumuran ini mempunyai nama – nama lain seperti : Tiang bor, Kaison (*caisson*), Kaison bor (*drilled caisson*), *Pier*, *Drilled pier*. (Hardiyatmo, 393).

### C. Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang

Kapasitas ultimit tiang dapat dihitung secara empiris dari nilai N hasil uji SPT. Meyerhof (1976) mengusulkan persamaan untuk menghitung tahanan ujung tiang :

$$Q_b = A_b (38 \bar{N}) \quad (\text{ton}) \dots\dots \text{dengan nilai maksimum.} \dots\dots\dots(3.5)$$

Dalam perhitungan daya dukung tiang pancang Jembatan Pagotan, Kec. Arjosari, Kab. Pacitan dipakai rumus :

$$Q_b = A_b (20 N) \quad (\text{ton}) \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :  $Q_b$  = tahanan ujung tiang (ton)

$$A_b = \text{luas permukaan tiang (m}^2\text{)} = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$N = N\text{-SPT}$$

Dalam menghitung tahanan gesek satuan ( $f_s$ ), Meyerhof (1976) menyarankan:

$$f_s = \frac{1}{50} \times \sigma_r \times N \times A_p \quad (\bar{kN}/m^2) \dots\dots\dots(3.7)$$

Dimana :  $\sigma_r$  = tegangan referensi= 100 kN/m<sup>2</sup>

$$A_p = \text{luas selimut (m}^2\text{)} = \pi \cdot D \cdot L$$

### D. Daya Dukung Pondasi Sumuran

Untuk pondasi dalam yang berbentuk sumuran dengan  $D_f > 5B$  Terzaghi menyarankan persamaan daya dukung dengan nilai-nilai faktor daya dukung sama, hanya gaya lekat pada dinding pondasi (*friction*) diperhitungkan (Hardiyatmo, 1996:76).

Perhitungan kapasitas daya dukung tiang *bored pile* dari data SPT memakai metode Reese dan Wright (1977). Untuk  $N \leq 50$  maka :

$$Q_b = q_b \times A_b$$

$$= 2N \times A_b \dots \dots \dots (3.8)$$

Daya dukung selimut beton pada tanah homogen dapat dituliskan dalam bentuk :

$$Q_s = q_s \times L \times p \dots \dots \dots (3.9)$$

Untuk  $N < 53$  maka :

$$\frac{q_s}{N} = \frac{1,6}{53} = 0,0302 \text{ ton/ft}^2$$

$$q_s = \frac{1,6}{53} N \text{ ton/ft}^2 = 0,0302 \text{ ton}/(0,3048)^2 = 0,32 N \text{ ton/m}^2$$

$$q_s = 0,32 \times N\text{-SPT} \text{ (ton/m}^2\text{)}$$

$$p = \pi \times D$$

dimana :  $Q_s$  = tahanan gesek dinding ultimit (ton)

$$A_b = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$q_s = \text{hambatan lekat (ton/m}^2\text{)}$$

## METODE PENELITIAN

### A. Metode Penelitian

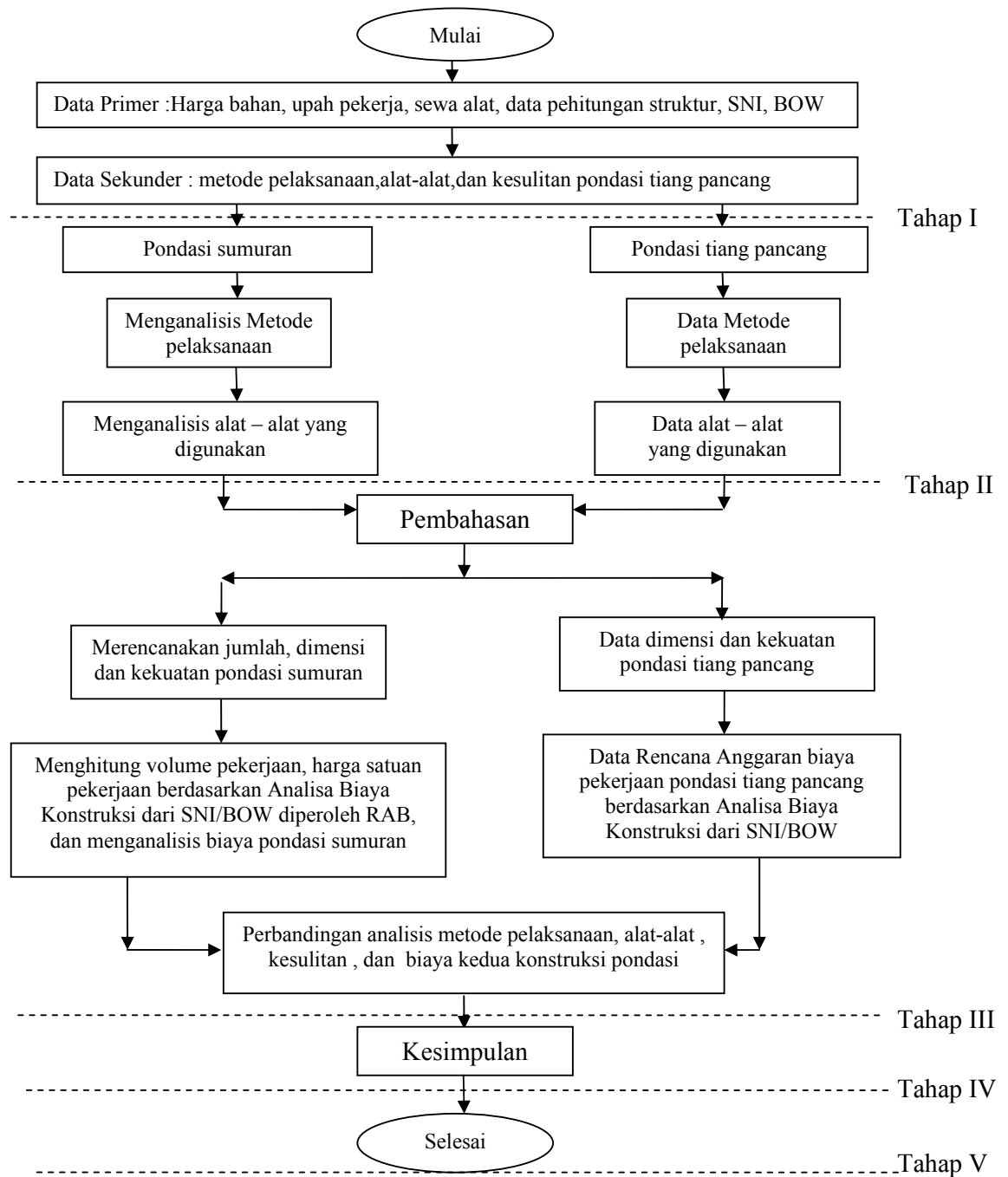
Agar penulisan tugas akhir ini mampu mencapai sasarannya, maka diperlukan suatu metode penelitian. Metode penelitian merupakan urutan langkah-langkah yang sistematis dan berfokus pada tujuan penelitian, sehingga jalannya penelitian tersebut menjadi terarah.

Jenis penelitian tugas akhir yang penulis lakukan ini adalah penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah suatu metode yang digunakan dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu objek, suatu set kondisi, suatu sistem perkiraan ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Dalam penelitian kuantitatif, data yang diperoleh tidak hanya dikumpulkan dan disusun tetapi meliputi analisa terhadap data tersebut. Hasil analisa pada penelitian kuantitatif menunjukkan suatu jumlah atau angka. Penelitian ini bertujuan mendapatkan perbandingan biaya, kekuatan, dan metode pelaksanaan dari dua konstruksi pondasi yang diteliti.

Untuk mendukung analisa tersebut, penulis mengambil contoh Proyek Pembangunan jembatan Pagotan Kecamatan Arjosari, Kabupaten Pacitan.



## B. Diagram alir penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## HASIL PENELITIAN

Tabel 1. Perbandingan dari kedua konstruksi

No	Perbandingan	Tiang Pancang	Sumuran
1.	Beban		
	a) <i>Abutment</i>	455,703 ton	455,703 ton
	b) <i>Pier 1</i>	604,893 ton	604,893 ton
	c) <i>Pier 2</i>	676,376 ton	676,376 ton
2.	Kekuatan tiap satu pondasi	75,51 ton	88,53 ton
3.	Diameter		
	a) <i>Abutment</i>	0,6 m	2 m
	b) <i>Pier 1</i>	0,6 m	2 m
	c) <i>Pier 2</i>	0,6 m	2 m
4.	Kedalaman	26 m	8,5 m
5.	Jumlah pondasi		
	a) <i>Abutment</i>	12 buah	8 buah
	b) <i>Pier 1</i>	18 buah	12 buah
	c) <i>Pier 2</i>	21 buah	15 buah
6.	Tebal <i>poer</i>	1,2 m	0,6 m
7.	Jarak baris pondasi as ke as		
	a) <i>Abutment</i>	1,5 m	5 m
	b) <i>Pier 1</i>	1,5 m	5 m
	c) <i>Pier 2</i>	1,5 m	5 m
8.	Tulangan		
	a) <i>Abutment</i>		
	- Atas		
	Tulangan pokok	43 D25-200	180 D25-100
	Tulangan bagi	14 D25-200	45 D25-400

Lanjutan Tabel 1.

No	Perbandingan	Tiang Pancang	Sumuran
	- Bawah		
	Tulangan pokok	2x43 D25-200	54 D25-150
	Tulangan bagi	2x14 D25-200	20 D25-400
	b) <i>Pier 1</i>		
	- Atas		
	Tulangan pokok	46 D25-200	180 D25-100
	Tulangan bagi	22 D25-200	52 D25-400
	- Bawah		
	Tulangan pokok	2x46 D25-200	130 D25-100
	Tulangan bagi	2x22 D25-200	33 D25-400
	c) <i>Pier 2</i>		
	- Atas		
	Tulangan pokok	51 D25-200	230 D25-100
	Tulangan bagi	22 D25-200	58 D25-400
	- Bawah		
	Tulangan pokok	2x51 D25-200	130 D25-100
	Tulangan bagi	2x22 D25-200	33 D25-400

Tabel 2. Perbandingan biaya antara pondasi tiang pancang dengan pondasi sumuran

No.	Tiang Pancang			Sumuran			
	Uraian	Volume	Rp	Uraian	kode	Volume	Rp
<b>1</b>	<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>			<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>			
	Pek. pembersihan lokasi	750 m3	3623248.99	Pek. pembersihan lokasi	OE.3.1	1680 m2	8116077.73
	Pek. Pengukuran dan pemasangan bouplank	1.9872 m3	186871.76	Pek. Pengukuran dan pemasangan bouplank	SI.2	1.9872 m3	186871.76
<b>2</b>	<b>PEKERJAAN TANAH</b>			<b>PEKERJAAN TANAH</b>			
	Pek. galian tanah biasa	216.12 m3	3765076.16	Pek. Galian tanah biasa 0-1 m	OE-3.2(1)	769.75 m3	13409991.57
	Pek. Urugan pilihan	10.5 m3	668845.38	Pek. Urugan pilihan	OE-3.3(2)	21 m3	1337690.763
<b>3</b>	<b>PEKERJAAN BETON</b>			Urugan biasa	OE-3.3(1)	194.11 m3	9389339.757
	Pek. Beton K 250	1788.66 m3	1248434605	Pek. Galian tanah 0-2 m D 2 m	OE-3.2(5)	377.78 m3	14857075.82
	Pek. Tulangan Polos	36918.71 m3	472221982.9	Pek. Galian tanah 2-4 m D 2 m	OE-3.2(6)	403.69 m3	20956573.06
	Pek. Perancah	3.7056 m3	47397.79859	Pek. Galian tanah 4-6 m D 2 m	OE-3.2(7)	345.4 m³	22413447.12
<b>4</b>	<b>PEKERJAAN TIANG PANCANG</b>			Pek. Galian tanah 6-8 m D 2 m	OE-3.2(8)	345.4 m³	26943584
	Pengadaan tiang pancang D 600 mm	2106 m'	1596137400	Pek. Galian tanah 8-10 m D 2 m	OE-3.2(9)	172.7 m³	15736860.93
	Pemancangan tiang pancang D 600 mm	2106 m'	244505035.5	<b>PEKERJAAN BETON</b>			
	Percobaan pembebanan tiang pancang	2 bh	3838170	Pek. Beton K 350	OE-7.1(3)	1597.48 m³	1273384390
	Pemotongan tiang pancang	27 bh	1142799.46	Pek. Beton K 250	OE-7.1(6)	685.75 m³	491811389.6
	Penyambungan tiang pancang	27 bh	4279721.31	Pek. Tulangan Polos	OE-7.3(1)	133917.1 kg	1712914465
				Pek. Perancah	OE-7.1(13)	4.13 m³	11948216.3
				Pengadaan Casing	B.1.	3 bh	18600000
				Pemasangan Casing	B.2	55 bh	8663130.076
	Jumlah		3578851154	Jumlah		=	3650669104
	<b>Jadi Selisih Biaya</b>		=	<b>71817949.96</b>			

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari penelitian perbandingan pondasi tiang pancang dengan pondasi sumuran ditinjau dari segi metode pelaksanaan, alat – alat, dan biaya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari penelitian disimpulkan bahwa pondasi yang cocok digunakan pada Jembatan Pagotan, Kecamatan Arjosari, Kabupaten Pacitan adalah pondasi tiang pancang. Hal ini disebabkan oleh keadaan tanah di daerah tersebut adalah pasir kelepungan.
2. Biaya pelaksanaan pondasi tiang pancang sebesar Rp 3.578.851.154,-, biaya pelaksanaan pondasi sumuran sebesar Rp 3.650.669.104,-. Selisih biaya antara pondasi tiang pancang dengan pondasi sumuran sebesar Rp 71.817.950,-. Dari pernyataan di atas maka yang lebih efisien adalah pelaksanaan pondasi tiang pancang. Hal ini disebabkan oleh biaya penulangan yang besar yaitu mencapai Rp 1.712.914.465,-.
3. Dari segi metode pelaksanaan terjadi perbedaan yang mendasar yaitu bila tiang pancang dengan dipancang ke tanah, sedangkan pondasi sumuran adalah dengan digali.
4. Dari segi kesulitan, pelaksanaan pondasi sumuran lebih sulit. Karena pada proses penggalian memungkinkan terjadinya rembesan air sehingga dibutuhkan *casing* (plat besi 4x8 m tebal 3 mm) yang berguna untuk menjaga agar bentuk sumuran tetap bulat dan menahan longsoran tanah. Pemasangan *casing* juga berguna untuk melindungi pekerja yang sedang melakukan galian tanah.
5. Dari segi alat – alat yang digunakan antara kedua pelaksanaan hampir sama, yaitu *Excavator, dump truck, roller, water pump, concrete mixer, concrete pump, vibrator*, dan *crane*. Perbedaan hanya penggunaan *drop hammer* pelaksanaan pada tiang pancang yang tidak digunakan pada pelaksanaan pondasi sumuran.

6. Dari pembahasan di atas didapatkan kesimpulan bahwa pondasi yang lebih efisien biaya, kemudahan dalam pelaksanaan, dan kecocokan konstruksi terhadap jenis tanah yang ada di lokasi adalah pondasi tiang pancang.

### **B. Saran**

Setelah penelitian ini diselesaikan penulis baru menyadari, bahwa masih perlu banyak penelitian, referensi, dan analisa tentang perbandingan pelaksanaan pekerjaan pondasi tiang pancang dengan pondasi sumuran.

1. Sedikitnya referensi yang menunjang mengenai pondasi sumuran, sehingga rumus – rumus pondasi sumuran sulit ditemukan. Maka perlu referensi yang lebih banyak dari buku – buku terbitan luar negeri.
2. Belum adanya pengalaman proyek pelaksanaan pondasi sumuran, membuat kesulitan dalam menganalisis metode pelaksanaan pondasi sumuran.
3. Dalam menentukan struktur mana yang cocok dalam pelaksanaan suatu konstruksi pondasi, maka perlu adanya tinjauan dan penelitian terhadap data – data tanah proyek, baik data sondir maupun data tanah dengan SPT.
4. Ditekankan juga pada analisa kekuatan, metode pelaksanaan, kesulitan pelaksanaan dan, biaya maupun analisa terhadap sumber daya yang lainnya, sehingga bisa menunjang dan bermanfaat bagi penelitian berikutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., 1986, Analisa dan Desain Pondasi jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2010, Analisa dan Perancangan Fondasi bagian 1, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta
- Hardiyatmo, H.C., 2010, Analisa dan Perancangan Fondasi bagian 2, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta
- Hardiyatmo, H.C., 1996, Teknik Pondasi 1, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- H.S., Sardjono, 1991, Pondasi Tiang Pancang Jilid 2, Penerbit Sinar Wijaya, Surabaya.
- H.S., Sardjono, 1988, Pondasi Tiang Pancang Jilid 1, Penerbit Sinar Wijaya, Surabaya.
- Mingus, Nancy. 2004. *Projek Manajemen dalam 24 Jam*. Jakarta :Prenada
- Munandar , M.1996. *Materi Pokok Manajemen Proyek*. Jakarta :Karunika
- Nursahid, Muhammad. 2003. *Manajemen Konstruksi*.Surakarta.
- Soeharta, Iman. 1997. *Manajemen Konstruksi Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta : Erlangga.
- Soeharta, Iman. 1995. *Manajemen Konstruksi Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta : Erlangga.
- Arifin, 2006. ([ejournal.narotama.ac.id/files/6%202%2001.pdf](http://ejournal.narotama.ac.id/files/6%202%2001.pdf))
- Setiawan, 2005. [ejournal.narotama.ac.id/files/6%202%2001.pdf](http://ejournal.narotama.ac.id/files/6%202%2001.pdf). Evaluasi Ekonomis Penggunaan Pondasi Tiang Pancang dan Pondasi Sumuran pada Jembatan Jolosutro Kabupaten Malang.
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Jembatan>
- <http://martindsp.wordpress.com/perencanaan-pondasi-tiang-pancang-untuk-jembatan/>
- <http://pdfsb.com/readonline/5a3168466541683657485234446e356d56413d3d-3372433>, Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang
- <http://www.scribd.com/doc/49902138/7/Metode-Pelaksanaan-Pondasi-Tiang-Pancang>